

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-007618

(43)Date of publication of application : 10.01.1997

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 07-155949

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 22.06.1995

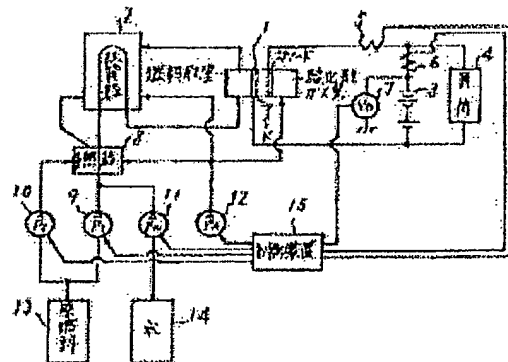
(72)Inventor : NISHIYAMA RYOJI
KASHIWABARA MASANOBU
ANZAI SEIJI

(54) FUEL CELL POWER GENERATION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To set capacity of an auxiliary storage battery small by controlling a reforming raw fuel flow rate and a reforming additional heat source input quantity on the basis of change quantity of an electric load mean value.

CONSTITUTION: Reaction exhaust gas of a fuel cell 1 and reforming additional heat source are supplied to a reformer 2 as fuel reforming heat source. An electric load 4 is detected by a load detecting means in every predetermined term to integrate it, thereby obtaining an electric load mean value, and a refining raw fuel flow rate and a reforming additional heat source input quantity supplied to the fuel reformer 2 are controlled on the basis of change quantity of the load mean value. A fuel gas flow rate required by the fuel cell 1 is supplemented on condition that an auxiliary storage battery 3 can be always maintained in the state of being properly charged, and also fixed fuel reforming reaction for averaging burden of the reformer 2 can be maintained.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]In a fuel cell generation system provided with a fuel reformer which reforms a fuel cell and raw materials and mineral fuel, and is supplied to said fuel cell, and an auxiliary storage battery, While supplying reaction exhaust gas and a refining addition heat source of said fuel cell to said fuel reformer as a fuel refining heat source, It has a load detection means to detect electric load of said fuel cell generation system, A fuel cell generation system provided with a fuel flow control means which controls a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow which integrates with a detection value of this load detection means for every prescribed period, calculates electric load average value, and is supplied to said fuel reformer based on variation of this electric load average value, and said refining addition heat source injection flow.

[Claim 2]The fuel cell generation system according to claim 1 carrying out the specified time lag of said refining raw-materials-and-mineral-fuel flow, and making it follow from said refining addition heat source injection flow.

[Claim 3]A fuel cell generation system given in either Claim 1, wherein said refining addition heat source is the combustion gas which burned some of said some of raw materials and mineral fuel,/, and said raw materials and mineral fuel, or Claim 2.

[Claim 4]The fuel cell generation system according to any one of claims 1 to 3 establishing a voltage detection means of said auxiliary storage battery, and carrying out correction control of said refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and said refining addition heat source input based on a detection value of this voltage detection means.

[Claim 5]The fuel cell generation system according to any one of claims 1 to 3 providing a temperature detecting means in said fuel reformer, and carrying out correction control of said refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and said refining addition heat source input based on a detection value of this temperature detecting means.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]In this invention, it is related with the so-called fuel cell generation system of the hybrid system which uses together a fuel cell and an auxiliary storage battery. Therefore, it is related with the power generation system of the fuel cell with a fuel reformer aiming at carrying mainly in an electromobile etc.

[0002]

[Description of the Prior Art]Development of the electromobile carrying a storage battery is advanced to vehicles from the field of the exhaust gas prevention of pollution by a car. As for the electromobile which carries the power supply of the hybrid system which consists of a fuel cell and an auxiliary storage battery as an energy source, development is furthered. the fuel cell generation system which generally combined the fuel cell and the reformer of fuel -- if independent, in order that this may regulate the speed of response of a system late compared with it of a fuel cell body in the speed of response of a reformer, it is difficult to use this as an energy source of the electromobile etc. with which load is changed rapidly. For this reason, the thing using hydrogen gas filled as fuel gas to the high pressure cylinder is known instead of using a reformer. Even in this case, generating of the time lag decided in time taken for fuel gas to reach a fuel cell through a fuel supply system is not avoided.

[0003]Then, form an auxiliary storage battery in the electric-generating-power side of a fuel cell, and load supplies short power by the discharge from an auxiliary storage battery in the state of heavy loading which exceeds the output of a fuel cell. The fuel cell generation system of the hybrid system constituted so that the surplus electric generating capacity might be utilized and recovery charge of the auxiliary storage battery might be carried out, when a margin arose in the electric generating power of a fuel cell, and its control device are proposed by JP,H4-51466,A. Drawing 7 is a system configuration figure of the fuel cell based on this proposal, and methanol which is raw materials and mineral fuel is stored in the raw-materials-and-mineral-fuel tank 13, and it is sent to the reformer 2 via the fuel pump 9. these raw materials and mineral fuel -- a steam reforming reaction -- hydrogen -- refining is carried out to rich fuel gas, and it is sent to the fuel gas chamber of the fuel cell 1. The air as oxidant gas is sent to the oxidant gas room divided with the fuel cell cell used as the septum which, on the other hand, serves as this fuel gas chamber from the electrode of the couple which sandwiched an electrolyte and this electrolyte by fan 12₁, and direct electricity generation based on electrochemical reaction is performed by the electrode section of a fuel cell cell. Since unreacted components were included in the fuel emission gas from a fuel gas chamber, the burner formed in the reformer 2 was supplied, and mix with the susceptibility-of-substances-to-burn air from fan 12₂, and it was made to burn, and uses as a heat source required for the steam reforming reaction which is an endoergic reaction.

[0004]Control-section 15₁ which consists of proportional-plus-integral controllers (PI control machine) etc., Voltage E_d of the auxiliary storage battery 3 by the voltage detection circuits 7 and output voltage desired value E_s of the DC/DC converter 20 by the voltage setting equipment 16 are considered as an input, Current command signal I_s for controlling output current I_f of the DC/DC converter 20 to coincide voltage E_d and output voltage desired value E_s is outputted. Auxiliaries control part 15₂ is controlled so that the output of the fuel cell 1 follows output current I_f of the DC/DC converter 20 and fluctuates auxiliary machinery, such as the fuel pump 9, fan 12₁, and 12₂, based on command signal I_s .

[0005]Thus, a fuel cell supplies fuel gas to one [to which the electrode of the couple was contacted via the

electrolyte] electrode of a fuel cell cell, supplies oxidant gas to the electrode of another side, and transforms chemical energy into electrical energy directly by making fuel gas oxidize electrochemically. Although there are some forms in a fuel cell with the electrolyte to be used, the solid polyelectrolyte type fuel cell which used solid polyelectrolyte membrane for the electrolyte attracts attention as a fuel cell with a large output per unit volume. The composition and operation of a solid polyelectrolyte type fuel cell are explained using drawing 8. The ion-exchange membrane which the fuel cell cell used as the basic constitution of a fuel cell is a layered product of three layers, and serves as an electrolyte object in the center, The gas diffusion electrode which distributed the carbon which supported platinum to the both sides on the porous carbon sheet with water-repellent polytetrafluoroethylene (PTFE) powder is arranged, and both are joined with the hotpress. In one side of a gas diffusion electrode, another side becomes an anode (fuel electrode) with a cathode (oxidant electrode). The generated voltage in a fuel cell cell simple substance is about 1V. In the actual fuel cell, many fuel cell cells were laminated via the separator of a conductor, and desired voltage has been obtained. Hydrogen gas will be divided into a hydrogen ion and an electron if hydrogen gas is supplied through the fuel gas flow route provided in one field of the separator which touches an anode. The inside of an ion-exchange membrane is moved to a cathode, it combines with the electron which flows through oxygen and the external circuit which are supplied through the oxidant gas passage established in the field of the separator which touches a cathode, and the hydrogen ion generated with the anode produces water.

[0006] Thus, a solid polyelectrolyte type fuel cell transforms chemical energy into electrical energy directly. However, since electrical resistance will become high if it dries, this ion-exchange membrane needs to humidify and supply fuel gas and to prevent desiccation of an ion-exchange membrane during an operation. The ion-exchange membrane temperature under fuel cell operation is about 80 **. The hydrogen ion generated with the anode moves the inside of an ion-exchange membrane to a cathode with water. Since there is generation of a hydrogen ion, an electron, and the water by combination of oxygen as mentioned above in the cathode, in operation of a fuel cell with drawing of current. Discharge of unreacted components (it is henceforth called reaction exhaust gas collectively) is indispensable among the air supply used as hydrogen which is fuel gas, and oxidant gas, the water (mainly steam) to generate, and the fuel gas to supply. The composition of such a fuel cell is indicated, for example to JP,H3-205763,A.

[0007] In a typical solid polyelectrolyte type fuel cell, the output current per electrode unit area is as large as a 1 A/cm² grade. In order to reduce the ohm loss which influences generation efficiency greatly, take the large touch area of a fuel cell cell and a conductive separator. It is most important to shorten the current route of the fuel cell cell unit which consists of a fuel cell cell and a conductive separator, and in other words to make thickness of a fuel cell cell unit small. As for the single fuel cell cell thickness containing a conductive separator, forming in 1 cm or less is common.

[0008] Next, a reformer is described. The reformer which makes air react to reaction exhaust gas using an oxidation catalyst, and supplied the reaction energy of the steam reforming reaction is indicated to JP,H5-319801,A. This reformer has high safety in order not to use a flame directly. a reformer carries out steam reforming of the raw materials and mineral fuel as already stated -- hydrogen -- rich fuel gas is generated. If methanol which is raw materials and mineral fuel is supplied to the reforming catalyst part with a temperature of 200 ** - 300 ** which was suitable for refining with the steam, hydrogen gas and carbon dioxide will be generated. This needs supply of the reaction energy from the outside because of an endoergic reaction. Although carbon monoxide is secondarily generated in connection with this reforming reaction, this is constituted so that it may be made to react to a steam and oxygen and may change into hydrogen and carbon dioxide. About 8 l. and the thermal time constant of those of the size of this reformer are about several minutes to 1 kW of electric generating power of a solid polyelectrolyte type fuel cell. As a reformer of the fuel cell generation system which the damping time constant of the input which the load of an electromobile etc. requires is about tens of msec, and is carried in an electromobile etc., Also in order to reduce the capacity of an auxiliary storage battery with large weight, the control which generates the demand fuel gas flow from a fuel cell according to the demand of load the optimal is indispensable.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the fuel cell generation system of the former described previously, and its control device. If the capacity of an auxiliary storage battery is small in order that an auxiliaries control part may control the raw-materials-and-mineral-fuel supply flow rate supplied to a reformer by command signal I_s regardless of reformer temperature, when load increases rapidly, the raw-materials-and-mineral-fuel supply flow rate which the voltage of an auxiliary storage battery falls and is supplied to a reformer will increase rapidly. Since the fall of the reformer temperature by an endoergic reaction will become remarkable and reforming reaction efficiency will fall if a raw-materials-and-mineral-fuel supply flow rate increases rapidly, the reformed

gas serviceability to a fuel cell declines, and a fuel cell output also decreases. Unmodified raw materials and mineral fuel will spoil the performance and the life of a fuel cell simultaneously, and unburnt glow gas will be discharged outside, and fuel utilization efficiency is reduced. Discharging unburned raw materials and mineral fuel outside is a problem which must have been overlooked from a viewpoint of prevention of pollution, either. Since the voltage drop at the time of discharge of an auxiliary storage battery was small, grasp of the discharging amount by voltage detection also had the problem of it having been inaccurate and being easy to fall into overdischarge.

[0010] This invention is used for an electromobile provided with the power supply of a hybrid system etc., and brings fuel gas generating of a reformer and temperature maintenance speed of response close to the power generation reaction demand speed of response of a fuel cell to a load change, and an object of an invention is to obtain the fuel cell generation system control device which can set up the capacity of an auxiliary storage battery small.

[0011]

[Means for Solving the Problem] A fuel cell generation system concerning Claim 1 of this invention, While supplying reaction exhaust gas and a refining addition heat source of a fuel cell to a reformer as a fuel refining heat source, A load detection means detects electric load, it finds the integral for every prescribed period, electric load average value is calculated, and a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and a refining addition heat source input which are supplied to a fuel reformer based on variation of this electric load average value are controlled.

[0012] The specified time lag of the refining raw-materials-and-mineral-fuel flow is carried out, and it is made to follow a fuel cell generation system concerning Claim 2 from a refining addition heat source injection flow.

[0013] Combustion gas which burned some refining raw materials and mineral fuel and/or some refining raw materials and mineral fuel is used for a fuel cell generation system concerning Claim 3 as a refining addition heat source.

[0014] A fuel cell generation system concerning Claim 4 carries out correction control of a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and the refining addition heat source input based on auxiliary storage battery voltage detected by a voltage detection means.

[0015] A fuel cell generation system concerning Claim 5 carries out correction control of a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and the refining addition heat source input based on reformer temperature detected by a temperature detecting means.

[0016]

[Function] In the invention concerning Claim 1, while supplying the reaction exhaust gas and the refining addition heat source of a fuel cell to a fuel reformer as a fuel refining heat source, Control the refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and refining addition heat source injection flow which are supplied to a reformer based on the variation of the average value which integrates with and calculates the electric load detection value of a fuel cell, and the fuel gas flow which a fuel cell needs is made to satisfy, and the burden of a fuel reformer is equalized, and a fuel reforming reaction is maintained uniformly.

[0017] In the invention concerning Claim 2, carry out the specified time lag of the refining raw-materials-and-mineral-fuel flow from a refining addition heat source injection flow, it is made to follow, and the temperature change based on the thermal time constant of a fuel reformer is controlled.

[0018] In the invention concerning Claim 3, the fuel gas flow which a fuel cell needs is made to satisfy using the combustion gas which burned some refining raw materials and mineral fuel and/or some refining raw materials and mineral fuel as a refining addition heat source, and the burden of a fuel reformer is equalized, and a fuel reforming reaction is maintained uniformly.

[0019] Based on the auxiliary storage battery voltage detected by a voltage detection means, correction control of a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and the refining addition heat source input is carried out, and the charging capacity of an auxiliary storage battery is always controlled by the invention concerning Claim 4 to a fitness value.

[0020] In the invention concerning Claim 5, based on the reformer temperature detected by a temperature detecting means, correction control of a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and the refining addition heat source input is carried out, and the temperature change of a fuel reformer is controlled.

[0021]

[Example]

Below working example 1. describes working example of this invention using figures. The entire configuration figure of the fuel cell generation system by this working example and drawing 2 drawing 1 A control flow chart, The figure in which the correction curve of the raw-materials-and-mineral-fuel flow according [drawing 3] to auxiliary storage battery voltage and drawing 4 show the relation corresponding to fluctuating load current and

http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web.cgi_ejje?atw_u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.inpit.go.jp%2... 2010/04/23

the basic reformed gas flow increase and decrease of a value, the figure showing the preheating demand quantity of heat corresponding to the supply-flow-rate increase and decrease of a value of refining raw materials and mineral fuel in drawing 5, and drawing 6 are the timing charts of control.

[0022]The reformer which 1 uses a fuel cell, and 2 uses [reformer] an oxidation catalyst, makes the reaction exhaust gas and air from the fuel cell 1 react in drawing 1, and supplied the reaction energy of the steam reforming reaction (it is only called a reformer below). The current sensor from which 3 detects an auxiliary storage battery, 4 detects load, and 5 detects the output current of the fuel cell 1, The current sensor from which 6 detects the current of the auxiliary storage battery 3, and 7 The voltage sensor of the auxiliary storage battery 3, 8 -- a refining raw-materials-and-mineral-fuel preheater (it is only called a preheater below) and 9 -- as for a fan and 13, a preheating fuel pump (it is only called a preheating pump below) and 11 are [a water tank and 15] control devices a raw-materials-and-mineral-fuel tank and 14 a water pump and 12 a refining raw-materials-and-mineral-fuel pump (it is only called a fuel pump below) and 10. The vaporizer of the same principle as being used for an internal-combustion engine just before the preheater 6 may be formed.

[0023]Operation of the fuel cell 1 and the reformer 2 is the same as that of the former, and omits explanation. Preheating fuel is supplied to the combustion chamber of the preheater 8 with the preheating pump 10 from the raw-materials-and-mineral-fuel tank 13, and it mixes with the susceptibility-of-substances-to-burn air from the fan 12, and is made to burn. With the fuel pump 9, refining raw materials and mineral fuel are supplied to the heat chamber of the preheater 8, heating evaporation is carried out, and the reformer 2 is supplied. Supply the combustion gas produced with the preheater 8 to the reformer 2 as a reforming reaction heat source with the reaction exhaust gas containing the unreacted components from the fuel cell 1, it is made to react according to the air and the oxidation catalyst from the fan 12, and acquires reforming reaction energy. The air from hydrogen rich fuel gas and the fan 12 which carried out refining generation with the reformer 2 is supplied to the fuel cell 1, and the electric power by electrochemical reaction is generated. Although the electric generating power from the fuel cell 1 is generally changed into the gestalt which is easy to use with various kinds of converters, for example, an electric motor etc. are supplied, the supply destination of a fuel cell output only treats as the load 4 including a converter, an electric motor, etc., and cannot touch about the contents here.

[0024]By the current sensor 5, current I_f of the fuel cell 1 detects current I_b of the auxiliary storage battery 3 by the current sensor 6, respectively, is inputted into the control device 14, and asks for load current I_l . The voltage of the auxiliary storage battery 3 is detected by the voltage sensor 7, and is inputted into the control device 15. The fuel pump 9, the preheating pump 10, the water pump 11, and fan 12 grade are controlled by the control signal from the control device 15 in the desired state. The control device 15 consists of a microprocessor, ROM, RAM, a various sensor and an input output circuit with a drive circuit, an A/D converter, a power supply circuit, etc., and the basic constitution of it is the same as that of the well-known control device for internal-combustion engines.

[0025]The fuel cell generation system by this working example operates according to the flow chart mentioned later. The various variables which hold the program and the various constant tables corresponding to this operation in ROM, and are used in a program are stored or read to RAM at any time if needed. The result obtained by a microprocessor calculating according to the input from each sensor is outputted from an output circuit as a control signal of each pump, and it adjusts so that the pump drive circuit which omitted the graphic display based on this may become a predetermined flow about raw materials and mineral fuel, water, or air to each pump. The fan 12 supplies air to the fuel cell 1, the reformer 2, and the preheater 8. The blast weight to the reformer 2 and the preheater 8 is $1/7 - 1/9$ to the fuel cell 1 of blast weight, and it provides the orifice in piping so that this distribution ratio may become fixed.

[0026]First, an outline of operation is explained. Predetermined every cycle T is asked for period average load current from the load current detected to every [that divides this cycle T equally to a predetermined number / 2nd] cycle t. Subsequently, a predetermined weighted average efficiency including the period preceded about this period average load current is calculated, and it is considered as fluctuating load current with the difference of this weighted mean value and period average load current. It asks for the supply-flow-rate increase and decrease of a value of the refining raw materials and mineral fuel according to this fluctuating load current, and the supply-flow-rate increase and decrease of a value of preheating fuel, and the supply flow rate of preheating fuel and refining raw materials and mineral fuel is controlled. Of course, charge control of an auxiliary storage battery is separately performed by the well-known method. It is preferred to take the cycle T in 5 to 10 minutes, and to take the cycle t at about 1 second.

[0027]Next, operation of a fuel cell generation system is explained in more detail using the flow chart of drawing 2. The counter with which m is updated by every cycle T among a figure, and k is updated by every cycle t, respectively is shown. The operation shown in this flow chart is beforehand set up so that it may carry out, after

satisfying the conditions which output the predetermined rated value which the fuel cell and the reformer started to the program currently held to ROM in a control device, and was beforehand provided in it as an electromobile.

[0028]In the block 101, in order to ask every cycle t for load current I_L of the auxiliary storage battery 3 / from current I_f of the fuel cell 1, and current I_b] and to calculate the average value of load current I_L within the cycle T , the next prior processing is performed.

** $I_L(k) = I_L(k) t/T$ current measurements, and the number of times n and the cycles T and t of an operation have a relation of $n=T/t$.

[0029]In the block 102, the period average load current $J(m)$ is searched for from ** $I_L(k)$ for which every cycle t was asked, and it asks for fluctuating load current ** $J(m)$ using weighted-average-efficiency $J_{mean}(m)$. As for the coefficient α used when asking for weighted-average-efficiency $J_{mean}(m)$, being referred to as 0.8-0.95 is preferred. When fluctuating load current ** $J(m)$ is smaller than value ** J_0 defined suitably, renewal of a control parameter to a reformer is not performed.

[0030]In the block 103, the correction factor of the control parameter by terminal voltage V_b of the auxiliary storage battery 3 is calculated, and it asks for correction factor K_b decided by difference ** V of terminal voltage V_b and target voltage V_r so that the auxiliary storage battery 3 may not become overcharge or overdischarge. Correction factor K_b is beforehand set up as a table into ROM corresponding to difference ** V of the terminal voltage of an auxiliary storage battery, and target voltage. The relation between ** V and K_b is shown in drawing 3.

[0031]It asks for increase-and-decrease [of a value] ** G_{H_2} of a basic reformed gas flow, supply-flow-rate increase-and-decrease [of a value] ** G_{mix} of refining raw materials and mineral fuel, ** G_{fuel} that is the supply-flow-rate increase and decrease of a value of refining raw materials and mineral fuel and reforming reaction water, and ** G_{H_2O} including the amendment based on auxiliary storage battery voltage in the block 104. It asks for ** G_{H_2} based on the table beforehand set up into ROM as a function of fluctuating load current ** $J(m)$. The relation between ** $J(m)$ and ** G_{H_2} is shown in drawing 4. In the small range, ** $J(m)$ can be small in the increment of ** G_{H_2} , and can use effectively the unreacted part in the reaction exhaust gas in the fuel cell 1 by making the increment of ** G_{H_2} small in the large range of ** $J(m)$, and can prevent the overload of a fuel cell. ** G_{mix} , ** G_{fuel} , and ** G_{H_2O} are passage ** $G_{mix} = K_g K_b$ ** G_{H_2} ** $G_{fuel} = **G_{mix} / (1 + \beta)$ given in a flow chart. ** $G_{H_2O} = \beta **G_{mix} / (1 + \beta)$

It asks by carrying out. K_g is a constant. The volume ratio β of ** G_{fuel} and ** G_{H_2O} sets to 2-4, and maintains reforming reaction water in the superfluous state. This is for supplying the fuel gas humidified to the fuel cell 1.

[0032]It asks for supply-flow-rate increase-and-decrease [of a value] ** Q of preheating fuel in the block 105. ** Q is equivalent to the preheating demand quantity of heat of the refining raw materials and mineral fuel corresponding to supply-flow-rate increase-and-decrease [of a value] ** G_{H_2} of refining raw materials and mineral fuel, has a relation as indicated to be ** Q and ** G_{H_2} to drawing 5, and is beforehand set up as a table into ROM. ** $J(m)$ and the relation of ** G_{H_2} which were described above, and the means of the meaning are reducing the increment of ** Q in the large range of ** G_{H_2} , and it is effective in the overheat prevention of a reformer.

[0033]Fuel pump driving current increase-and-decrease [of a value] ** I_1 beforehand set up into ROM as a table in the block 106 corresponding to ** G_{fuel} , ** Q , ** G_{H_2O} , and ** $G_{mix} + **Q$. It asks based on preheating pump drive current increase-and-decrease [of a value] ** I_2 , and fan driving current increase-and-decrease [of a value] ** I_3 , and water pump driving current increase-and-decrease [of a value] ** I_w .

[0034]It asks for driving current I_1 of the fuel pump 9, driving current I_2 of the preheating pump 10, driving current I_3 of the fan 12, and driving current I_w of the water pump 11 as follows, and each pump and a fan are controlled by the block 107.

$I_1 = I_1 + **I_1$ $I_2 = I_2 + **I_2$ $I_3 = I_3 + **I_3$ $I_w = I_w + **I_w$ [0035]In the fuel supply control by load current detection of this working

example, since the amount of charges and discharges of an auxiliary storage battery can be more directly grasped compared with control by the conventional voltage detection, there is an advantage that the charge and discharge control of an auxiliary storage battery can carry out with sufficient accuracy.

[0036]Although the above explanation explained the solid polyelectrolyte type fuel cell suitable as an object for electromobility as a premise, it cannot be overemphasized that the same effect is brought about for example, even if it applies to a phosphate type fuel cell. Of course, it cannot be overemphasized that it is possible to use LPG, LNG, etc. as raw materials and mineral fuel in the range which does not deviate from the meaning of not only when using methanol as raw materials and mineral fuel, but an invention. It becomes unnecessary to use a flame directly by using as a reformer what acquires refining energy by the oxidation reaction by a catalyst, and excels in a safety aspect, and especially, although it is suitable for the power supply for electromobility, this invention can be carried out also by the thing using combustion with a burner.

[0037]Explained on the assumption that the driving current of each pump was adjusted simultaneously with detection of fluctuating load current I_L (A), but. By delaying driving current regulation of a fuel pump predetermined time from detection of I_L (A), change of the reforming reaction efficiency resulting from the thermal time constant of a reformer can be prevented, and the exhaust gas contamination accompanying discharge of unburnt glow gas, etc. can prevent beforehand. Drawing 6 is a control timing chart at the time of doing in this way. τ shows a time lag among a figure.

[0038]In the above explanation, after detecting fluctuating load current I_L (A), shall adjust the driving current of the fuel pump 9 after time τ progress, but. By establishing the emission gas temperature detecting means which detects the emission gas temperature of the reformer 2, and carrying out correction control of the driving current of the preheating pump 10 based on the detection value of an emission gas temperature detecting means, reformer temperature is stabilized and the exhaust gas contamination accompanying discharge of unburnt glow gas, etc. can be prevented more certainly. Of course, a suitable effect is acquired even if it applies, when not taking time lag τ into consideration.

[0039]Although the case where the preheater 2 and the reformer 8 were used was explained further again, the catalyst which, for example, makes the heating cell of the reformer 2 also oxidize raw materials and mineral fuel is made to hold, and it may be made to supply some raw materials and mineral fuel with the reaction exhaust gas of the fuel cell 1 as a heat source of the reformer 2. In this case, it cannot be overemphasized that it is necessary to supply the susceptibility-of-substances-to-burn air supplied to the combustion chamber of the preheater 8 explained previously with the air for oxidation reaction in the reformer 2. Of course, even if it makes the element which supplies some raw materials and mineral fuel to the preheater 2 and the reformer 2 coexist, it does not interfere. This supplies the combustion gas from the part and/or the preheater 2 of raw materials and mineral fuel to the reaction exhaust gas from the fuel cell introduced into a reformer as a heat energy source required for fuel refining which is an endoergic reaction as a refining addition energy source. If it constitutes so that a reforming reaction may be controlled by adjusting the input of this refining addition energy, it is shown that the purpose of the invention in this application can be attained. Of course, refining addition energy may not be restricted to raw materials and mineral fuel part and/or its combustion gas, and may be heated, for example using the electric power from a fuel cell system. Although the utilization efficiency of raw materials and mineral fuel falls a little by using an electric heating, it can expect that the composition of a fuel cell generation system can be simplified, and a fuel cell generation system can be started in a short time, and the response time to change of electric load is also can be shortened.

[0040]

[Effect of the Invention]In the invention of Claim 1, while supplying the reaction exhaust gas and the refining addition heat source of a fuel cell to a reformer as a fuel refining heat source, A load detection means detects electric load, it finds the integral for every prescribed period, electric load average value is calculated, and the refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and refining addition heat source input which are supplied to a fuel reformer based on the variation of this electric load average value are controlled.

Therefore, since it is sufficient under the conditions to which the fuel gas flow which a fuel cell needs can always maintain an auxiliary storage battery to a fitness charging state and the burden of a fuel reformer is equalized, a fuel reforming reaction can be maintained uniformly, and a fuel cell generation system can be realized by small auxiliary storage battery capacity.

[0041]According to the invention of Claim 2, since the specified time lag of the refining raw-materials-and-mineral-fuel flow is carried out and it is made to follow from a refining addition heat source injection flow, in addition to the effect by the invention according to claim 1, the temperature change based on the thermal time constant of a fuel reformer can be controlled, and fuel reforming efficiency is stabilized more.

[0042]According to the invention of Claim 3, since the combustion gas which burned some refining raw materials

http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web.cgi_ejje?atw_u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.inpit.go.jp%2... 2010/04/23

and mineral fuel and/or some refining raw materials and mineral fuel is used as a refining addition heat source, in addition to Claim 1 and the effect by the invention according to claim 2, the energy utilization efficiency of raw materials and mineral fuel is raised.

[0043] Since correction control of a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and the refining addition heat source input is carried out based on the auxiliary storage battery voltage detected by a voltage detection means according to the invention of Claim 4, In addition to Claim 1 thru/or the effect by the invention according to claim 3, the charging capacity of an auxiliary storage battery can always be controlled to a fitness value, and the capacity of an auxiliary storage battery can be reduced further.

[0044] Since correction control of a refining raw-materials-and-mineral-fuel flow and the refining addition heat source input is carried out based on the reformer temperature detected by a temperature detecting means according to the invention of Claim 5, In addition to Claim 1 thru/or the effect by the invention according to claim 3, the temperature change of a fuel reformer can be controlled, and the stability of fuel cell generation system operation improves more. .

[Translation done.]

(2)

特開平9-7618

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池と原料を改質して前記燃料電池に供給する燃料改質器と補助蓄電池とを備えた燃料電池発電システムにおいて、

前記燃料改質器に前記燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、前記燃料電池発電システムの電気負荷を検出する負荷検出手段を備え、該負荷検出手段の検出値を所定期間毎に積分して電気負荷平均値を求め、該電気負荷平均値の変化量に基づいて前記燃料改質器へ供給する改質原料流量および前記改質付加熱源投入流量を制御する燃料流量制御手段を備えたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 前記改質原料流量を前記改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 前記改質付加熱源は前記原料の一部および/または前記原料の一部を燃焼させた燃焼ガスであることを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項4】 前記補助蓄電池の電圧検出手段を設け、該電圧検出手段の検出値に基づいて前記改質原料流量および前記改質付加熱源投入量を修正制御することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【請求項5】 前記燃料改質器に温度検出手段を設け、該温度検出手段の検出値に基づいて前記改質原料流量および前記改質付加熱源投入量を修正制御することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、燃料電池と補助蓄電池とを併用するいわゆるハイブリッド方式の燃料電池発電システムに関するもので、主として電気自動車等に搭載することを目録とする燃料改質器付燃料電池の発電システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車による排ガス公害防止の面から車両に蓄電池を搭載した電気自動車の開発が進められている。またエネルギー源として燃料電池と補助蓄電池とからなるハイブリッド方式の電源を搭載する電気自動車も開発が進められている。一般に、燃料電池と燃料の改質器を組合せた燃料電池発電システム単独では、改質器の応答速度が燃料電池本体のそれに比べて遅くこれがシステムの応答速度を規制するため、負荷の急激に変動する電気自動車等のエネルギー源としてこれを用いることは困難である。このため、改質器を用いる代わりに燃料ガスとして高圧ボンベへ充填した水素ガスを用いるものが知られている。この場合でも、燃料ガスが燃料供給系を

間巡れの発生は避けられない。

【0003】そこで、燃料電池の電気出力側に補助蓄電池を設け、負荷が燃料電池の出力を上回る重負荷状態では補助蓄電池からの放電で不足電力を補給し、燃料電池の電気出力に余裕が生じる場合にその余剰発電能力を活用して補助蓄電池を回復充電するように構成したハイブリッド方式の燃料電池発電システムおよびその制御装置が特開平4-51466号公報に提案されている。図7はこの提案に基づく燃料電池のシステム構成図であり、原料である例えばメタノールが原料タンク13に貯蔵され、燃料ポンプ9を介して改質器2に送られる。この原料は水蒸気改質反応によって水素リッチな燃料ガスに改質され、燃料電池1の燃料ガス室に送られる。一方この燃料ガス室とは電解質とこの電解質を挟んだ一対の電極からなる隔壁となる燃料電池セルで仕切られる酸化剤ガス室に送風機12、で酸化剤ガスとしての空気を送り、燃料電池セルの電極部分で電気化学反応に基づく直接発電が行われる。燃料ガス室からの燃料排出ガスには未反応成分を含むため改質器2に設けたバーナに供給して、送風機12、からの支燃空気と混合し燃焼させて吸熱反応である水蒸気改質反応に必要な熱源として利用している。

【0004】比例積分調節器（PI制御器）などからなる制御部15、は、電圧検出器7による補助蓄電池3の電圧E、と電圧設定器16によるDC/DC変換器20の出力電圧目標値E、とを入力として、電圧E、と出力電圧目標値E、とを一致させるようにDC/DC変換器20の出力電流I、を制御するための電流指令信号I、を出力する。補機制御部15、は指令信号I、に基づいて燃料ポンプ9、送風機12、、12、等の補機を燃料電池1の出力がDC/DC変換器20の出力電流I、に追従して増減するよう制御する。

【0005】このように、燃料電池は電解質を介して一対の電極を接触させた燃料電池セルの一方の電極に燃料ガスを、他方の電極に酸化剤ガスを供給し、燃料ガスを電気化学的に酸化反応させることにより化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するものである。燃料電池には使用する電解質によりいくつかの形式があるが、単位体積あたりの出力が大きい燃料電池として、電解質に固体高分子電解質膜を用いた固体高分子電解質型燃料電池が注目されている。固体高分子電解質型燃料電池の構成と動作を図8を用いて説明する。燃料電池の基本構成となる燃料電池セルは3層の積層体であり、中央に電解質体となるイオン交換膜を、その両面に白金を担持したカーボンを親水性のポリテトラフルオロエチレン（PTFE）粉末とともに多孔性カーボンシート上に分散させたガス拡散電極を配置し両者をホットプレスで接合してある。ガス拡散電極の一方がアノード（燃料極）に他方がカソード（酸化剤電極）となる。燃料電池セル単体での発生電圧は1V程度である。実際の燃料電池では、多

(3)

特開平9-7618

3

数の燃料電池セルを導電体のセパレータを介して積層し、所望の電圧を得ている。アノードに接するセパレータの一方の面に設けた燃料ガス流路を通して水素ガスを供給すると、水素ガスは水素イオンと電子に分離する。アノードで生成した水素イオンはイオン交換膜中をカソードへ移動し、カソードに接するセパレータの面に設けた酸化剤ガス流路を通して供給する酸素および外部回路を通して流入する電子と結合し水を生じる。

【0006】このように固体高分子電解質型燃料電池は、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。しかしながら、このイオン交換膜は乾燥すると電気抵抗が高くなるため、作動中は燃料ガスを加湿して供給し、イオン交換膜の乾燥を防止することが必要である。燃料電池作動中のイオン交換膜温度は80℃程度である。アノードで生成した水素イオンは水をとまってイオン交換膜中をカソードへ移動する。カソードでは上述したように、水素イオンと電子および酸素の結合による水の生成があるため、燃料電池の運転では電流の取出しとともに、燃料ガスである水素と酸化剤ガスとなる空気の供給、生成する水（主に水蒸気）と供給する燃料ガスのうち未反応成分（以降、まとめて反応排ガスと呼ぶ）の排出が必須である。このような燃料電池の構成が、例えば特開平3-205763号公報に記載されている。

【0007】代表的な固体高分子電解質型燃料電池では、電極単位面積あたりの出力電流が1A/cm²程度と大きい。発電効率に大きく影響する抵抗損失を低減するためには燃料電池セルと導電性セパレータとの接触面積を大きくとること、燃料電池セルと導電性セパレータとからなる燃料電池セルユニットの電流経路を短縮すること、いい替えれば燃料電池セルユニットの厚さを小さくすることがもっとも重要である。導電性セパレータを含む単一の燃料電池セル厚さは1cm以下に形成するのが一般的である。

【0008】次に、改質器について述べる。なお、酸化触媒を用いて反応排ガスと空気を反応させて水蒸気改質反応の反応エネルギーを供給するようにした改質器が特開平5-319801号公報に記載されている。この改質器は直接火炎を用いないため安全性が高い。すでに述べたとおり、改質器は原燃料を水蒸気改質して水素リッチな燃料ガスを生成するものである。原燃料であるメタノールを水蒸気とともに改質に適した温度200℃～300℃の改質触媒部に供給すると水素ガスと炭酸ガスとを生成する。これは吸熱反応のため外部からの反応エネルギーの供給が必要である。なお、この改質反応に伴って副次的に一酸化炭素を生成するが、これは水蒸気および酸素と反応させ水素および炭酸ガスに変換するように構成している。この改質器の大きさは、固体高分子電解質型燃料電池の電気出力1kWに対して約8リットル程度、またその熱時定数は数分程度である。電気自動車等の負荷が要求する入力の時定数は数十msec程度

4

であり、電気自動車等に搭載する燃料電池発電システムの改質器としては、容量の大きい補助蓄電池の容量を低減するためにも、負荷の要求に応じた燃料電池からの要求燃料ガス流量を最適に生成する制御が不可欠である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】先に述べた従来の燃料電池発電システムおよびその制御装置では、改質器に供給する原燃料供給流量を改質器温度とは無関係に補機制御部が指令信号I₁によって制御するため、補助蓄電池の容量が小さいと、負荷が急増した場合補助蓄電池の電圧が低下し改質器へ供給する原燃料供給流量が急激に増加する。原燃料供給流量が急増すると吸熱反応による改質器温度の低下が顕著になり改質反応効率が低下するため、燃料電池への改質ガス供給能力が低下し、燃料電池出力も減少する。同時に未改質の原燃料が燃料電池の性能や寿命を損ない、また外部に未燃焼ガスを排出することになり、燃料利用効率を低下させる。未燃焼の原燃料を外部に排出することは公害防止の観点からも見過ごし得ない問題である。また、補助蓄電池の放電時における電圧低下が小さいため、電圧検出による放電量の把握は精度が悪く、過放電に陥りやすいという問題点もあった。

【0010】この発明は、ハイブリッド方式の電源を備える電気自動車等に用い、負荷変動に対して改質器の燃料ガス発生と温度維持応答速度を燃料電池の発電反応要求応答速度に近づけ、補助蓄電池の容量を小さく設定できる燃料電池発電システム制御装置を得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る燃料電池発電システムは、改質器に燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、負荷検出手段により電気負荷を検出して所定期間毎に積分し電気負荷平均値を求め、この電気負荷平均値の変化量に基づいて燃料改質器へ供給する改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を制御するものである。

【0012】請求項2に係る燃料電池発電システムは、改質原燃料流量を改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させるものである。

【0013】請求項3に係る燃料電池発電システムは、改質付加熱源として改質原燃料の一部および/または改質原燃料の一部を燃焼させた燃焼ガスを用いるものである。

【0014】請求項4に係る燃料電池発電システムは、電圧検出手段により検出する補助蓄電池電圧に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を修正制御するものである。

【0015】請求項5に係る燃料電池発電システムは、温度検出手段により検出する改質器温度に基づいて改質

(4)

特開平9-7618

5

原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御するものである。

【0016】

【作用】請求項1に係る発明では、燃料改質器に燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、燃料電池の電気負荷検出値を積分して求める平均値の変化量に基づいて改質器へ供給する改質原燃料流量および改質付加熱源投入流量を制御し、燃料電池が必要とする燃料ガス流量を充足させ、かつ燃料改質器の負担を平均化し燃料改質反応を一定に維持する。

【0017】請求項2に係る発明では、改質原燃料流量を改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させ、燃料改質器の熱時定数に基づく温度変化を抑制する。

【0018】請求項3に係る発明では、改質付加熱源として改質原燃料の一部および/または改質原燃料の一部を燃焼させた燃焼ガスを用い、燃料電池が必要とする燃料ガス流量を充足させ、かつ燃料改質器の負担を平均化し燃料改質反応を一定に維持する。

【0019】請求項4に係る発明では、電圧検出手段により検出する補助蓄電池電圧に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御し、補助蓄電池の充電容量を常に適性値に制御する。

【0020】請求項5に係る発明では、温度検出手段により検出する改質器温度に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御し、燃料改質器の温度変化を抑制する。

【0021】

【実施例】

実施例1. 以下この発明の実施例を図を用いて説明する。図1はこの実施例による燃料電池発電システムの全体構成図、図2は制御フローチャート、図3は補助蓄電池電圧による原燃料流量の補正曲線、図4は変動負荷電流と基本改質ガス流量増減値対応関係を示す図、図5は改質原燃料の供給流量増減値に対応する予熱要求熱量を示す図、図6は制御のタイミングチャートである。

【0022】図1において、1は燃料電池、2は酸化触媒を用いて燃料電池1からの反応排ガスと空気を反応させて水蒸気改質反応の反応エネルギーを供給するようにした改質器（以下単に改質器と呼ぶ）、3は補助蓄電池、4は負荷、5は燃料電池1の出力電流を検出する電流センサ、6は補助蓄電池3の電流を検出する電流センサ、7は補助蓄電池3の電圧センサ、8は改質原燃料予熱器（以下単に予熱器と呼ぶ）、9は改質原燃料ポンプ（以下単に燃料ポンプと呼ぶ）、10は予熱燃料ポンプ（以下単に予熱ポンプと呼ぶ）、11は水ポンプ、12は送風機、13は原燃料タンク、14は水タンク、15は制御装置である。なお、予熱器8の直前に内燃機関を用いられるのと同じ原理の気化器を設けてもよい。

5

【0023】燃料電池1および改質器2の動作は従来と同一であり、説明を省略する。原燃料タンク13から予熱ポンプ10により予熱燃料を予熱器8の燃焼室に供給し送風機12からの空燃空気と混合して燃焼させる。また、燃料ポンプ9によって改質原燃料を予熱器8の加熱室に供給し加熱気化させ改質器2に供給する。予熱器8で生じる燃焼ガスは燃料電池1からの未反応成分を含む反応排ガスとともに改質反応熱源として改質器2に供給し、送風機12からの空気と酸化触媒によって反応させ改質反応エネルギーを得る。改質器2で改質生成した水素リッチ燃料ガスと送風機12からの空気を燃料電池1に供給し、電気化学反応による電力を発生する。燃料電池1からの電気出力は一般には各種の変換器によって利用しやすい形態に変換され、例えば電動機などに供給されるが、ここでは燃料電池出力の供給先は変換器や電動機等を含めて単に負荷4として扱いその中身については触れない。

【0024】燃料電池1の電流I₁は電流センサ5によって、補助蓄電池3の電流I₃は電流センサ6でそれぞれ検出し、制御装置14に入力し、負荷電流I_Lを求める。補助蓄電池3の電圧は電圧センサ7で検出し制御装置15に入力する。燃料ポンプ9、予熱ポンプ10、水ポンプ11、送風機12等は制御装置15からの制御信号により所望の状態に制御する。制御装置15はマイクロプロセッサ、ROM、RAM、各種センサおよび駆動回路との入出力回路、A/D変換器、電源回路等からなり、基本構成は周知の内燃機関用制御装置と同様である。

【0025】この実施例による燃料電池発電システムは後述するフローチャートに従って動作する。この動作に対応するプログラムおよび各種定数テーブルはROM中に保持しており、またプログラム中で使用する各種変数は必要に応じて随時RAMに格納し、または読出す。各センサからの入力に従ってマイクロプロセッサが演算を行い、得られる結果を各ポンプの制御信号として出力回路から出力し、これに基づいて図示を省略したポンプ駆動回路が各ポンプに対し原燃料、水あるいは空気を所定の流量になるよう調整する。燃料電池1、改質器2および予熱器8へは送風機12が空気を供給する。改質器2および予熱器8への送風量は燃料電池1への送風量の1/7～1/9であり、この配分比が一定となるように配管内にはオリフィスを設けてある。

【0026】まず、動作の概要を説明する。所定の周期T毎に、この周期Tを所定数に等分する第2の周期t毎に検出する負荷電流から期間平均負荷電流を求める。ついで、この期間平均負荷電流について先行する期間を含めた所定の加重平均値を求め、この加重平均値と期間平均負荷電流との差をもって変動負荷電流とする。この変動負荷電流に応じた改質原燃料の供給流量増減値および予熱燃料の供給流量増減値を求め、予熱燃料および改質

(5)

特開平9-7618

7

原料の供給流量を制御する。もちろん、補助蓄電池の充電量制御は別途周知の方法によって行われる。なお、周期 T は5～10分、周期 t は1秒程度にとるのが好ましい。

【0027】次に、燃料電池発電システムの動作を図2のフローチャートを用いてより詳しく説明する。図中、 m は周期 T 毎に、 k は周期 t 毎にそれぞれ更新されるカウンタを示している。なお、このフローチャートに示す動作は制御装置内のROMに保持しているプログラム

に、燃料電池と改質器が起動し電気自動車として予め定められた所定の定格値を出力する条件を満足したのち実施されるよう予め設定してある。

【0028】ブロック101では周期 t 毎に燃料電池1の電流 i_1 、と補助蓄電池3の電流 i_3 、とから負荷電流 i_L 、を求め、周期 T 内での負荷電流 i_L 、の平均値を求めるため次の事前処理を行う。

$\Delta I_1(k) = i_1(k) \cdot t / T$

電流計測および演算の回数 n と周期 T 、 t は、 $n = T / t$ の関係にある。

【0029】ブロック102では、周期 t 毎に求めた $\Delta I_1(k)$ から期間平均負荷電流 $J(m)$ を求め、加重平均値 $J_{\text{ave}}(m)$ を用いて変動負荷電流 $\Delta J(m)$ を求める。加重平均値 $J_{\text{ave}}(m)$ を求める際に用いる係数 α は0.8～0.95とするのが好ましい。なお、変動負荷電流 $\Delta J(m)$ が適当に定めた値 ΔJ より小さい場合は改質器に対する制御パラメータの更新は行わない。

【0030】ブロック103では補助蓄電池3の端子電圧 V 、による制御パラメータの補正係数を求め、補助蓄電池3が過充電または過放電にならないよう、端子電圧 V_s と目標電圧 V_t 、の差 ΔV によって決まる補正係数 K 、を求める。補正係数 K 、は補助蓄電池の端子電圧と目標電圧との差 ΔV に対応して予めROM中にテーブルとして設定してある。図3に ΔV と K 、の関係を示す。

【0031】ブロック104では、補助蓄電池電圧に基づく補正を含めて基本改質ガス流量の増減値 ΔG_{n1} 、改質原料の供給流量増減値 ΔG_{n1} 、改質原料と改質反応水の供給流量増減値である ΔG_{n1} 、および ΔG_{n2} 、を求める。 ΔG_{n1} は変動負荷電流 $\Delta J(m)$ の関数として予めROM中に設定してあるテーブルに基づいて求める。 $\Delta J(m)$ と ΔG_{n1} との関係を図4に示す。 $\Delta J(m)$ が小さい範囲で ΔG_{n1} の増分を小さく、 $\Delta J(m)$ の大きい範囲で ΔG_{n1} の増分を小さくすることによって、燃料電池1での反応排ガス中の未反応部分を有効に利用でき、かつ燃料電池の過負荷を防止できる。 ΔG_{n1} 、 ΔG_{n1} および ΔG_{n2} はフローチャート記載の通り

$$\Delta G_{n1} = K \cdot \Delta G_{n1}$$

$$\Delta G_{n1} = \Delta G_{n1} / (1 + \beta)$$

$$\Delta G_{n2} = \beta \Delta G_{n1} / (1 + \beta)$$

として求める。 K 、は定数である。なお、 ΔG_{n1} と Δ

8

G_{n2} 、との体積比 β は2～4とし、改質反応水を過剰な状態に維持する。これは燃料電池1に加湿した燃料ガスを供給するためである。

【0032】ブロック105では予熱燃料の供給流量増減値 ΔQ を求める。 ΔQ は改質原料の供給流量増減値 ΔG_{n1} に対応する改質原料の予熱要求熱量に相当するもので、 ΔQ と ΔG_{n1} とは図5に示すような関係にあり、予めROM中にテーブルとして設定してある。 ΔG_{n1} の大きい範囲で ΔQ の増分を低減しているのは上に述べた $\Delta J(m)$ と ΔG_{n1} の関係と同趣旨の手段であり、改質器の過熱防止に有効である。

【0033】ブロック106では、 ΔG_{n1} 、 ΔQ 、 ΔG_{n2} 、および $\Delta G_{n1} + \Delta Q$ に対応して予めテーブルとしてROM中に設定してある燃料ポンプ駆動電流増減値 ΔI_1 、予熱ポンプ駆動電流増減値 ΔI_2 、送風機駆動電流増減値 ΔI_3 、および水ポンプ駆動電流増減値 ΔI_4 、に基づいて求める。

【0034】ブロック107では、燃料ポンプ9の駆動電流 I_1 、予熱ポンプ10の駆動電流 I_2 、送風機12の駆動電流 I_3 、および水ポンプ11の駆動電流 I_4 、を以下のように求めて、各ポンプおよび送風機を制御する。

$$I_1 = I_1 + \Delta I_1$$

$$I_2 = I_2 + \Delta I_2$$

$$I_3 = I_3 + \Delta I_3$$

$$I_4 = I_4 + \Delta I_4$$

【0035】この実施例の負荷電流検出による燃料供給制御では、従来の電圧検出による制御に比べて補助蓄電池の充放電量をより直接的に把握できるため、補助蓄電池の充放電制御が精度よく行えるという利点がある。

【0036】以上の説明では、電気自動車用として好適な固体高分子電解質型燃料電池を前提として説明したが、例えば、磷酸塩型燃料電池に適用しても同様の効果をもたらすことはいうまでもない。もちろん、原料としてメタノールを用いる場合はかりでなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で原料としてLPGやLNGなどを用いることが可能なことはいうまでもない。改質器として、改質エネルギーを触媒による酸化反応によって得るものを用いることによって、直接火炎を使用する必要がなくなり安全面で優れ、特に電気自動車用電源には好適であるが、バーナーでの燃焼を用いるものによってもこの発明は実施できる。

【0037】また、変動負荷電流 $\Delta J(m)$ の検出と同時に各ポンプの駆動電流を調節することを前提にして説明したが、燃料ポンプの駆動電流調節を $\Delta J(m)$ の検出から所定時間遅らせることによって、改質器の熱時定数に起因する改質反応効率の変動を防止することができ、未燃焼ガスの放出などともなる排気ガス汚染が未然に防止できる。図6はこのようにした場合の制御タイミングチャートである。図中、 τ で時間遅れを示す。

【0038】以上の説明では、変動負荷電流 $\Delta J(m)$

(6)

特開平9-7618

9

10

を抽出してから時間を経過後に燃料ポンプ9の駆動電流を調節するものとしたが、改質器2の排出ガス温度を検出する排出ガス温度検出手段を設け、排出ガス温度検出手段の検出値に基づいて予熱ポンプ10の駆動電流を補正制御することによって、改質器温度を安定化させ未燃焼ガスの放出などにもなる排気ガス汚染をより確実に防止できる。もちろん、時間遅れを考慮しない場合に適用しても相応の効果が得られる。

【0039】さらにまた、予熱器2と改質器8とを用いる場合について説明したが、例えば改質器2の加熱セルに原燃料をも酸化反応させる触媒を保持させ、改質器2の熱源として燃料電池1の反応排ガスとともに原燃料の一部を供給するようにしてもよい。この場合、先に説明した予熱器8の燃焼室に供給した空燃空気は改質器2における酸化反応用空気とともに供給する必要があることはいうまでもない。もちろん、予熱器2と改質器2への原燃料の一部を供給する要素を並存させても差し支えない。これは、吸熱反応である燃料改質に必要な熱エネルギー源として改質器に導入する燃料電池からの反応排ガスに原燃料の一部および/または予熱器2からの燃焼ガスを改質付加エネルギー源として投入し、この改質付加エネルギーの投入量を調整することによって改質反応を制御するように構成すれば本願発明の目的が達成できることを示している。もちろん、改質付加エネルギーは原燃料一部および/またはその燃焼ガスに限るものではなく、例えば燃料電池システムからの電力を用いて加熱してもよい。電気加熱を用いることによって原燃料の利用効率が若干低下するが、燃料電池発電システムの構成が簡素化でき、かつ燃料電池発電システムの起動を短時間に行えることが期待でき電気負荷の変動に対する応答時間も短縮可能となる。

【0040】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、改質器に燃料電池の反応排ガスおよび改質付加熱源を燃料改質熱源として供給するとともに、負荷検出手段により電気負荷を検出して所定期間毎に積分し電気負荷平均値を求め、この電気負荷平均値の変化量に基づいて燃料改質器へ供給する改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を制御するので、燃料電池が必要とする燃料ガス流量が補助蓄電池を常に適性充電状態に維持できる条件のもとで充足され、かつ燃料改質器の負担を平均化するため燃料改質反応を一定に維持でき、小さな補助蓄電池容量で燃料電池発電システムを実現できる。

【0041】請求項2の発明によれば、改質原燃料流量を改質付加熱源投入流量より所定時間遅延させて追従させるので、請求項1に記載の発明による効果に加えて燃

料改質器の熱時定数に基づく温度変化が抑制でき燃料改質効率がより安定する。

【0042】請求項3の発明によれば、改質付加熱源として改質原燃料の一部および/または改質原燃料の一部を燃焼させた燃焼ガスを用いるので、請求項1および請求項2に記載の発明による効果に加えて原燃料のエネルギー利用率が高められる。

【0043】請求項4の発明によれば、電圧検出手段により検出する補助蓄電池電圧に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御するので、請求項1ないし請求項3に記載の発明による効果に加えて補助蓄電池の充電容量を常に適性値に制御でき、補助蓄電池の容量をさらに低減できる。

【0044】請求項5の発明によれば、温度検出手段により検出する改質器温度に基づいて改質原燃料流量および改質付加熱源投入量を補正制御するので、請求項1ないし請求項3に記載の発明による効果に加えて燃料改質器の温度変化が抑制でき燃料電池発電システム運転の安定性がより向上する。。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例による燃料電池発電システムの全体構成図である。

【図2】 この発明の実施例による燃料電池発電システムの制御フローチャートである。

【図3】 この発明による実施例の補助蓄電池電圧の変化にともなう原燃料流量の補正曲線を示す図である。

【図4】 この発明による実施例の変動負荷電流と基本改質ガス流量増減値対応関係を示す図である。

【図5】 この発明による実施例の改質原燃料の供給流量増減値に対応する予熱要求熱量を示す図である。

【図6】 この発明による実施例の制御のタイミングチャートである。

【図7】 従来の燃料電池のシステム構成図である。

【図8】 従来の固体高分子電解質型燃料電池の構成原理図である。

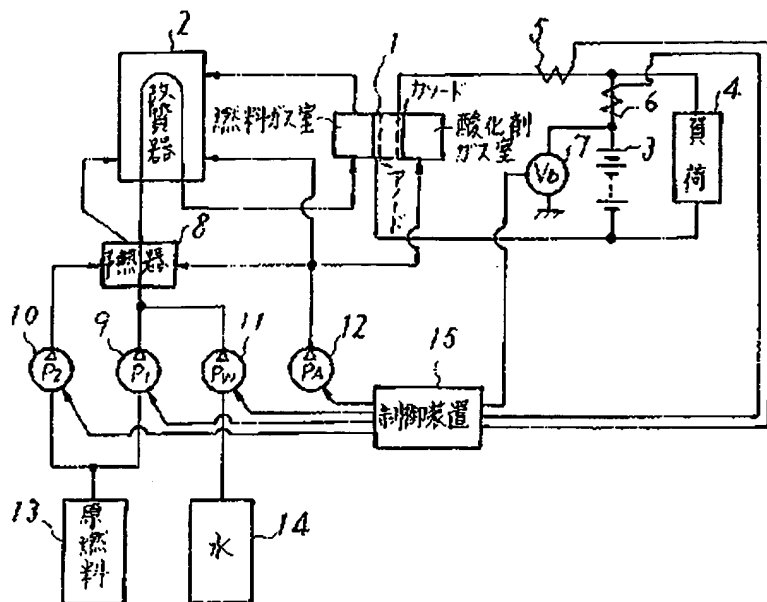
【符号の説明】

| | | |
|---------|------------|-----------|
| 1 燃料電池 | 2 改質器 | 3 補助蓄電池 |
| 4 負荷 | 5, 6 電流センサ | 7 電圧センサ |
| 8 予熱器 | 9 燃料ポンプ | 10 予熱ポンプ |
| 11 水ポンプ | 12 送風機 | 13 原燃料タンク |
| 14 水タンク | 15 制御装置 | |

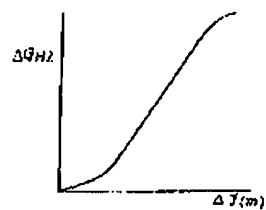
(7)

特開平9-7618

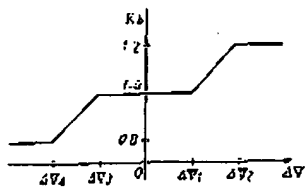
【図1】



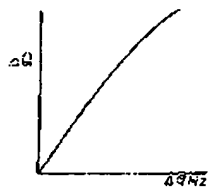
【図4】



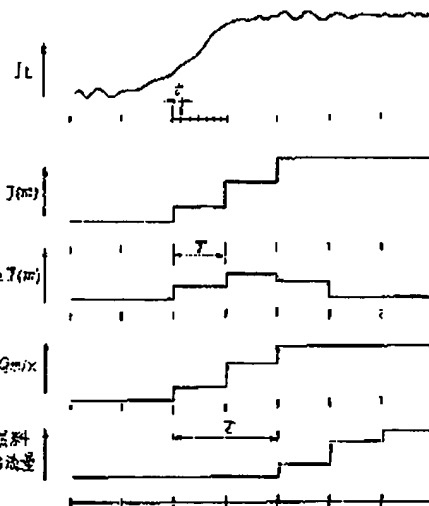
【図3】



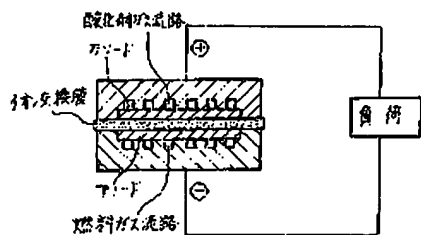
【図5】



【図6】



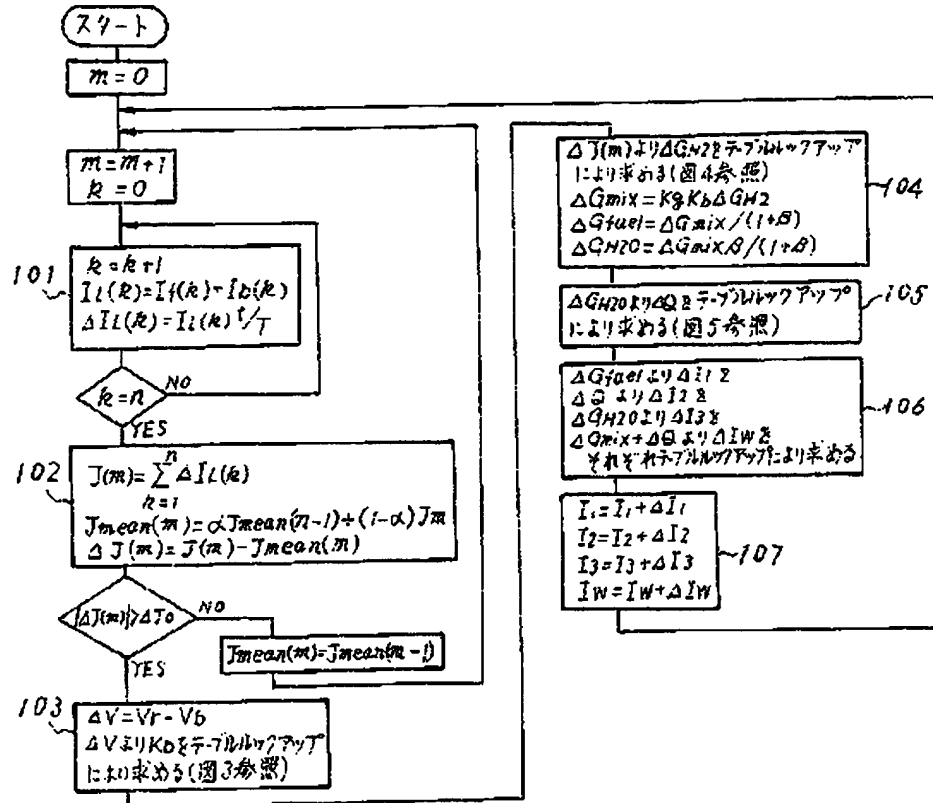
【図8】



(8)

特開平9-7618

【図2】



【図7】

